

# Автоматизация построения компьютерных систем управления отчётностью

Александр Романюк, Светлана Бевз, Сергей Бурбело

**Аннотация**— В статье предложена система кодификации моделей, которая, в отличие от существующих, предоставляет возможность унифицировать описание основных информационных моделей. Проиллюстрировано использование предложенного логико-математического аппарата представления моделей на примере разработки автоматизированной системы построения компьютерных систем управления отчётностью. Посредством разработанной информационной технологии произведено формирование системы управления энергосбытовой отчётностью ПАО "Винницаоблэнерго".

**Ключевые слова**—автоматизация, информационные модели, оптимальное управление, построение компьютерных систем.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Построение компьютерных территориально распределённых систем обработки данных в целом является трудоёмким процессом. Поэтому требуется его дальнейшая автоматизация, заключающаяся в идентификации основных процессов формирования программного кода с использованием определённого шаблона, имеющего вложенные средства масштабирования и ориентированного на функционирование системы исходя из выполнения условий однозначности определения границ области практического использования.

Сегодня в полной мере не решена задача автоматизированной разработки информационно-аналитических систем мониторинга параметров, идентификации, консолидации, структуризации и обработки потоков информационных данных. Тем не менее, время потребность в использовании таких компьютерных систем постоянно возрастает. В то же время созданные автоматизированные информационные системы успешно решают отдельные практические задачи, связанные со сбором, проверкой, обработкой и анализом отчётной информации [1-2], но не позволяют

так же эффективно решать задачи контроля, управления и консолидации данных сложных иерархических систем.

Решение актуальной проблемы создания базовых методологических основ информационной технологии автоматизированного формирования компьютерных систем обработки отчётности, которая бы позволила преодолеть вышеуказанные недостатки в разработке таких систем, требует обеспечения интеграции информационного пространства центрального и структурных подразделений предприятия.

Исследование информационных потоков компьютерной системы целесообразно выполнять посредством построения структурных и логико-математических моделей для формирования информационной инфраструктуры компьютерной системы, а также базы данных. При разработке компьютерных систем с использованием реляционных баз данных зачастую требуется создание SQL-сценариев [3], в этом случае используются XSLT-преобразования. В [4] рассматриваются методы и принципы создания информационных моделей в автоматизированных системах управления и проведен анализ их восприятия и отображения.

Известными структурами основных операций извлечения информации с помощью SQL (проекция, выборка и объединение) в реляционных базах данных являются модели [5, 6], которые не позволяют передать особенности компьютерного программирования с кортежами данных, а также имеют громоздкое математическое описание процесса сортировки атрибутов и группирования результатов выполнения функции агрегирования. Таким образом, существующий ныне логико-математический аппарат представления моделей автоматизированного формирования компьютерных систем требует некоторого совершенствования для учёта особенностей применения компьютерного моделирования и его описания в знаковых моделях генерации программного кода.

## II. Цель и постановка задачи

Процесс обработки отчётности должен выполняться в обобщённой информационно-аналитической автоматизированной системе, разработанной посредством информационной технологии с использованием унифицированной методологии мониторинга, идентификации, анализа и структуризации информационных потоков данных на базе комплексного подхода к их консолидации.

Романюк А.Н., Винницкий национальный технический университет (ВНТУ) (e-mail: ran12345@mail.ru).

Бевз С.В., кандидат технических наук, зам. директора Института магистратуры, аспирантуры и докторантуры (ИнМАД) ВНТУ. Доцент кафедры электрических станций и систем (e-mail: svbevz@rambler.ru).

Бурбело С.М., ведущий инженер ИнМАД ВНТУ, начальник бюро САСК ПАО "Винницаоблэнерго", аспирант кафедры моделирования и мониторинга сложных систем по специальности 05.13.06 - "Информационные технологии" (тел.: +380953693973; e-mail: sburbelo@rambler.ru).

**Целью работы** является повышение эффективности функционирования информационно-аналитических систем за счёт оптимизации информационных потоков данных в ходе консолидации отчётности отдельных подразделений с помощью использования технологии автоматизированного формирования систем обработки информации.

Организация информационного обмена данными между структурными подразделениями и управлением компании требует разработки информационно-аналитической системы, в процессе которой **объектом исследований** будет выступать информационная технология автоматизированного формирования компьютерной системы в виде двухуровневой иерархической структуры, а именно: подсистемы подготовки и обработки отчётности служащими отдельных подразделений компании; подсистемы контроля и анализа отчётности служащими центрального управления компании.

**Предметом исследования** является методология автоматизированного процесса консолидации синтеза, анализа, контроля отчётности, а также идентификации технико-экономических показателей.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие **задачи**: совершенствование логико-математического обеспечения для моделирования процесса автоматизированного формирования компьютерных систем управления отчётностью; разработка методологии автоматического формирования информационно-аналитической системы, которая использует синтез шаблонов форм отчётности, модулей заполнения консолидированных форм данных, форм перекрёстной проверки, структуры базы данных и интерфейса системы; разработка алгоритмических и программных средств автоматизированного формирования компьютерной системы управления отчётностью.

### III. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОДИФИКАЦИИ СТРУКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

Для упрощения записи информационных моделей и для наиболее полного отображения иерархической структуры запросов и взаимосвязей между ними предложена новая система кодификации структуры информационных моделей, которые обозначим  $D^{<n_1, n_2>}$  ( $n_1, n_2$  – номер и тип модели).

Унарную операцию проекции представим в форме записи, характеризующейся отображением атрибутов в квадратных скобках непосредственно после соответствующего отношения:  $D^{<1>} = A [D_1, \dots, D_{n_D}]$ ,  $D_k \in A$ ,  $k = \overline{1, n_D}$ ,  $n_D \leq n_A$ , где  $n_D$  – число избранных атрибутов  $n_A$  множества  $A$ .

Операция выбора кортежей определяется выполнением условия  $g(A)$ , представленного в круглых скобках:

$$D^{<2>} = A(g(A)).$$

Строгое (внутреннее) объединение отношений, выполненное при условии объединения  $q(A, B) = (A_i = B_j)$ ,  $i \leq n_A$ ,  $j \leq n_B$ , обозначим с использованием тупых скобок:  $D^{<3>} = A \langle q(A, B) \rangle B$ .

Внешнее объединение опишем моделью  $D^{<4>}$ , которая аналогично модели  $D^{<3>}$  определяется условием  $q(A, B)$ , но в зависимости от выполнения избирательного отбора кортежей из соответствующих отношений может иметь различное обозначение:

$$D^{<41>} = A \langle \langle q(A, B) \rangle B, D^{<42>} = A \langle q(A, B) \rangle B,$$

где  $D^{<41>}$  ( $D^{<42>}$ ) – информационная модель выбора всех кортежей отношения  $A(B)$  и только тех кортежей отношения  $B(A)$ , которые удовлетворяют условию  $q(A, B)$ .

Использование функции агрегирования  $f(A_i)$ , которая может быть представлена в виде:

$$g(A_i), x(A_i), n(A_i), m(A_i), t(A_i)$$

для функций AVG, MAX, MIN, SUM, COUNT атрибута  $A_i$ ,  $i = \overline{1, n_A}$  в логико-математических моделях может быть целесообразным в перечне атрибутов отношений:

$$D^{<5>} = A [D_1, \dots, D_{n_D}, f(G_1), \dots, f(G_{n_G})], D_k \neq G_m,$$

$$D_k \in A, k = \overline{1, n_D}; G_m \in A, m = \overline{1, n_G}, n_D + n_G \leq n_A,$$

где  $D^{<5>}$  – информационная модель агрегирования атрибутов  $G_m \in A$ ,  $m = \overline{1, n_G}$  с группированием по атрибутам  $D_k \in A$ ,  $k = \overline{1, n_D}$ .

Определяя входящие и исходящие параметры множествами  $P = \{P_1, P_2, \dots, P_{n_P}\}$ ;  $R = \{R_1, R_2, \dots, R_{n_R}\}$ ,

запишем информационную модель их использования в прямых двойных скобках:

$$D^{<6>} \parallel P_1, \dots, P_{n_P} \parallel = A [D_1, \dots, D_{n_D}] (g(A, P)) \langle q(A, B) \rangle B$$

$$[G_1, \dots, G_{n_G}] (g(B, P)) \rightarrow \parallel R_1, \dots, R_{n_R} \parallel; D_k \in A,$$

$$k = \overline{1, n_D}; G_m \in B, m = \overline{1, n_G}, n_D \leq n_A, n_G \leq n_B,$$

$$n_R = n_D + n_G.$$

Вложенные запросы в условиях могут быть представлены с использованием фигурных скобок:

$$D^{<7>} = A [D_1, \dots, D_{n_D}] (w(A, \{B'\})); B' = B [f(B_m)] (g(B, A))$$

$$D_k \in A, k = \overline{1, n_D}; f = \overline{1, n_A}; m = \overline{1, n_B}, n_D \leq n_A,$$

где  $n_B$  – количество атрибутов множества  $B$ , а функция агрегирования  $f(B_m)$  определяется выполнением условия  $w(A, \{B'\})$  и условия выбора кортежей  $g(B, A)$ .

Модель вложенных запросов в атрибутах имеет вид:

$$D^{<8>} = A [D_1, \dots, D_{n_D}, \{B'\}] , B' = B [f(B_m)] (g(B, A)),$$

$$D_k \in A, k = \overline{1, n_D}; m = \overline{1, n_B}, n_D \leq n_A,$$

где используется вложенный запрос в дополнительном атрибуте отношения  $A$  как функция агрегирования  $f(B_m)$  атрибута  $B_m$  при выполнении условия  $g(B, A)$ .

При необходимости представления результатов внешней процедуры запроса во внутреннем запросе можно воспользоваться следующей формой записи логико-математической модели:

$$D^{<9>} \|P_1, \dots, P_{n_p}\| = A [D_1, \dots, D_{n_D}] (g(A, P)) \rightarrow Z \{B'\} \rightarrow X;$$

$$B' = B [G_1, \dots, G_{n_G}] (g(B, P, Z)); \quad Z = \|Z_1, \dots, Z_{n_D}\|;$$

$$R = Z \vee X; \quad D_k \in A, \quad k = \overline{1, n_D}; \quad G_m \in B, \quad m = \overline{1, n_G};$$

$$n_D \leq n_A; \quad n_G \leq n_B,$$

где осуществляется отбор кортежей отношения  $A$  при условии  $g(A, P)$  как параметров условия внутренних запросов  $g(B, P, Z)$  и объединение результатов в множестве  $R$ .

Безусловно, при построении информационной модели существенным является порядок сортирования или группирования результатов выборки. Предлагаем отображать его порядковыми функциями сортировки для атрибута, которые могут быть представлены следующим образом:

$$D^{<10>} = A [H_1(D_1), \dots, H_{n_D}(D_{n_D}), f(G_1), \dots, f(G_{n_G})];$$

$$H_k(D_k) = \begin{cases} S_0(D_k) = D_k, & D_k \notin SA; \\ S_m(D_k) \neq H_j(D_k), & D_k \in SA; \quad j \neq k; \quad m = \overline{1, n_S - 1}; \end{cases}$$

$$D_k \neq G_m, \quad D_k \in A, \quad k = \overline{1, n_D}; \quad G_m \in A \quad SA \subset A,$$

$$m = \overline{1, n_G}, \quad n_D + n_G \leq n_A,$$

где  $S_j(D_i), j = \overline{1, n_S}$  – функция порядковой сортировки атрибутов;  $S_0(D_i) = D_i$  – функция использования атрибутов без сортировки.

Таким образом, усовершенствован логико-математический аппарат, позволяющий производить извлечение данных с использованием внутренних и внешних объединений, функций агрегирования, сортировки и группирования результатов, даёт возможность применения параметров модели во вложенных запросах к базам данных, а также реализовывает информационную технологию формирования компьютерных систем с использованием автоматизированного редактирования настроек форм и их параметров.

#### IV. ПОСТРОЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО ШАБЛОНА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТЧЕТНОСТЬЮ

Рассмотрим логико-математические модели системы управления отчетностью, структура базы данных которой проиллюстрирована на рисунке 1.

Универсальным методом сохранения данных отчётных форм является использование следующих основных множеств из общей структуры базы данных (см. рис. 1):

– множество отчётных форм

$$RF = \{RF_K, RF_F, RF_S, RF_Y, RF_M, RF_V, RF_K, RF_P\},$$

атрибутами которого соответственно являются коды отчёта, формы, структурной единицы предприятия или

организации, года, месяца, исполнителя, руководителя, а также состояние визирования;

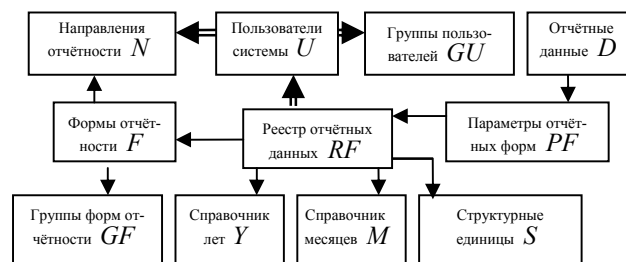


Рис. 1 – Структура базы данных универсального шаблона управления отчетностью

– множество отчётных форм

$$PF = \{PF_K, PF_F, PF_N, PF_T, PF_{RW}\},$$

атрибутами которого являются коды параметров и форм, названия параметров, тип и информация, которая необходима для считывания и записи в отчётную форму;

– множество отчётных данных

$$D = \{D_K, D_{PF}, D_{RF}, D_V\},$$

атрибутами которого являются коды данных, отчёта и параметров, а также значения отчётных форм.

– множества направлений отчётности  $N$ , пользователей системы  $U$  и их групп  $GU$ , форм отчётности  $F$  и их групп  $GF$ , справочников лет  $Y$ , месяца  $M$  и структурных единиц  $S$ , предоставленные в виде отношений со структурой, аналогично:  $A = \{A_1, A_2\}$ , где  $A_1$  – числовой уникальный атрибут (ключевое поле) множества,  $A_2$  – текстовый атрибут названия сущности.

Модель перечня отчётных форм расчётного периода формируется исходя из логического выражения:

$$M^{<1>} \|P_F, P_Y, P_M\| = RF((RF_F = P_F) \cap (RF_M = P_M)) \cap (RF_Y = P_Y) \rightarrow \|RF_S, RF_V, RF_K, RF_P\|.$$

Логико-математические модели выборки данных одной отчётной формы  $P_F$  расчётного периода, заданного параметрами месяца  $P_M$  и года  $P_Y$ , могут быть представлены в виде:

$$M^{<2>} = M^{<1>} \langle RF_K = D_{RF} \rangle D \langle D_{PF} = PF_K \rangle$$

$$PF \rightarrow \|D_V, PF_T, PF_{RW}\|.$$

Процесс построения отчёта расчётного периода компании для всех структурных единиц предприятия может быть представлен в виде следующей модели:

$$M^{<3>} = M^{<2>} [PF_T, \text{sum}(D_V)] \rightarrow \|R_1, R_2\|$$

$$\{M^{<2>} [RF_P, D_V] ((RF_T = R_1)) \rightarrow \|R_3, R_4\|,$$

которая позволяет консолидировать данные отдельных подразделений компании, группируя результаты по типу параметра.

Описание процесса построения отчёта для одного из подразделений определяется моделью  $M^{<3>}$ , дополненной условием выбора пользователем подразделения  $P_s$ :

$$M^{<4>\|P_S\| = M^{<2>[PF_T, \text{sum}(D_V)](RF_S = P_S) \rightarrow \|R_1, R_2\| \\ \{M^{<2>[RF_P, D_V]((RF_S = P_S) \cap (RF_T = R_1)) \rightarrow \|R_3, R_4\|\}.$$

Процесс построения отчёта в интервале расчётных периодов определяется четырьмя параметрами  $P_{Y1}, P_{M1}, P_{Y2}, P_{M2}$  – года и месяца начала и конца периода отчётности, которые указывают на диапазон отчётных форм из реестра:

$$M^{<5>\|P_F, P_{Y1}, P_{M1}, P_{Y2}, P_{M2}\| = RF((RF_F = P_F) \cap \\ (f(RF_Y, RF_M) \geq f(P_{Y1}, P_{M1})) \cap (f(RF_Y, RF_M) \leq f(P_{Y2}, P_{M2})) \\ < RF_k = D_{RF} > D < D_{PF} = PF_k > PF \rightarrow \|RF_S, RF_V, RF_K, \\ RF_P, D_V, PF_T, PF_{RW}\|; f(x, y) = x + y / 100.$$

Информационная технология предоставляет возможность построения компьютерной системы, используя логико-математические информационные модели и универсальный шаблон управления отчётностью для генерирования структуры базы данных, а также настраиваемого программного интерфейса пользователя с целью повышения эффективности автоматизации формирования систем управления отчётностью.

#### V. Выводы

В работе получил дальнейшее развитие логико-математический аппарат представления моделей автоматизированной системы для построения компьютерных программ, который, в отличие от существующих, позволяет в более простой форме описать параметры анализа, обработки, агрегирования, сортировки и группирования, а также учесть особенности и характеристики взаимосвязей между сущностями и определить вычислительные выражения и атрибуты кортежей результатов выполнения сгенерированных подпрограмм и моделей подсистем, что позволило расширить область применения логико-математического моделирования на автоматизированное проектирование компьютерных систем. Построен шаблон и определены его структурные блоки для формирования системы управления отчётностью, мониторинга, идентификации, анализа и обработки данных.

С использованием предложенной системы кодификации логико-математических моделей разработана информационная технология формирования компьютерных систем, с помощью которой сгенерирована система управления энергосбытовой отчётностью. Эта информационная система внедрена в промышленную эксплуатацию в ПАО "Винницаоблэнерго" в 2009 году. Внедрение сгенерированной таким образом информационно-аналитической системы управления отчётностью осуществляет контроль и консолидацию показателей, даёт возможность комплексно обрабатывать типовую отчётность с целью улучшения управленческих решений руководством компании. Это позволило повысить эффективность организации энергосбытовой деятельности компании за счёт консолидации отчётности отдельных её подразделений, а также увеличить степень

достоверности отчётной информации, качество контроля и управления отчётностью.

В дальнейшем планируется продолжить исследование возможностей логико-математических моделей для построения систем поддержки принятия решений, а также расширить область применения предложенной информационной технологии автоматизированного формирования компьютерных систем на другие области народного хозяйства.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] О системе «Электронная отчётность по каналам связи»// ООО "Безопасные информационные технологии". – Режим доступа [электронный ресурс]: <http://nalog.binteh.ru/about/index.shtml>.
- [2] Барс - Web Бюджетная отчетность // ООО "Открытые бизнес технологии". – Режим доступа [электронный ресурс]: <http://www.obt-volgograd.ru/product/webreport>
- [3] Жежнич П.І. Генерування SQL-сценаріїв за допомогою XSLT-перетворень/ Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2010. – № 673. – С. 289-295. – Электронный ресурс: [http://www.nbuv.gov.ua/portal/natural/Vnulp/ISM/2010\\_673/19.pdf](http://www.nbuv.gov.ua/portal/natural/Vnulp/ISM/2010_673/19.pdf)
- [4] Козак Ю.А. и др. Принципы и методы создания информационных моделей в автоматизированных системах управления / Ю.А. Козак, Е.Ю. Орлова, Д.Ю. Кучерявый // Труды одесского политехнического университета. – 2003, вып. 1(19). – С. 135-141.
- [5] Мейер Д. Теория реляционных баз данных / Пер. с англ.. – М.: Мир, 1987. – 608 с.
- [6] Ramez Elmasri, Shamkant B. Navathe. Fundamentals of database systems / Boston: Pearson Education Inc. – Fourth edition, 2003. – 1030 pages: ISBN: 0-321-1226-7.

**Романюк Александр Никифорович** получил степень доктора технических наук в 2009 году. Является автором 350 научных публикаций, включая 4 монографии и 60 патентов. Является членом Академии телекоммуникационных и компьютерных наук России. За несколько последних лет был руководителем 14 научных проектов. Внедрил на производстве 2 прибора – графические ускорители. Поддерживает тесные связи с учёными России, Канады, США, Польши, Румынии и Швеции.

**Бевз Светлана Владимировна** – кандидат технических наук, доцент, заместитель директора Института магистратуры, аспирантуры и докторантуры (ИнМАД) по магистратуре Винницкого национального технического университета (ВНТУ), доцент кафедры электрических станций и систем. В 1999 году защитила диссертацию на соискание степени кандидата технических наук. Автор 120 научных публикаций. Сфера научных интересов: математическое и критериальное моделирование в управлении; автоматизация оптимального управления нормальными режимами электроэнергетических систем; матричный анализ надёжности сложных систем; информационно-коммуникационные технологии в технических системах и управлении образованием.

**Бурбело Сергей Михайлович** – ведущий инженер ИнМАД ВНТУ, начальник бюро службы автоматизированных систем управления Публичного акционерного общества "Винницаоблэнерго", аспирант кафедры моделирования и мониторинга сложных систем по специальности 05.13.06 – "Информационные технологии". В 1997 году закончил магистратуру ВГТУ. Автор 45 научных публикаций. Руководил разработкой и внедрением более 10 научных проектов. Сфера научных интересов: математическое моделирование, информационные технологии мониторинга параметров технических систем, разработка программного обеспечения, автоматизация систем управления в энергетике.